

Matti Perälä

Profibus DP -harjoittelulaitteiston kehittäminen

Opinnäytetyö

Kevät 2013

Tekniikan yksikkö

Automaatiotekniikan koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Automaatiotekniikan koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Koneautomaation suuntautumisvaihtoehto

Tekijä: Matti Perälä

Työn nimi: Profibus DP -harjoittelulaitteiston kehittäminen

Ohjaaja: Martti Lehtonen

Vuosi: 2013

Sivumäärä:

Liitteiden lukumäärä:

Tämä opinnäytetyö tehtiin Seinäjoen ammattikorkeakoulun Tekniikan yksikköön. Kenttäväylien käyttö yleistyy teollisuuslaitoksissa nopeasti, joten on tärkeää perehdyttää automaatiotekniikan opiskelijat kenttäväylätekniikan tuomiin mahdollisuuksiin. Työn tavoitteena oli kehittää Profibus DP -harjoittelulaitteisto opiskelijoiden käyttöön.

Työssä esitellään kenttäväylätekniikkaa yleisesti ja perehdytään erityisesti Siemens Profibus -kenttäväylään. Työn tuloksena syntyi ohjelmoitavista logiikoista ja kenttäväyläkaapeloinneista muodostuva harjoittelulaitteisto. Kenttäväylä konfiguroitiin Siemensin Step 7 -ohjelmistolla ja siitä luotiin kirjallinen ohje.

Avainsanat: Kenttäväylä, PROFIBUS, ohjelmoitava logiikka, Siemens

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Automation Technology

Specialisation: Machine Automation

Author: Matti Perälä

Title of thesis: Development of a Profibus DP training device

Supervisor: Martti Lehtonen

Year:	Number of pages:	Number of appendices:
-------	------------------	-----------------------

This thesis was made for Seinäjoki University of Applied Sciences. The use of different field bus systems is increasing fast in industrial plants, so it is important to educate students in the possibilities offered by field bus technology. The goal of this thesis was to develop a Profibus-field bus training device for the use of students.

This thesis gives you an overview of field bus technology and familiarizes you especially with the Siemens Profibus –field bus. As a result of this work a training device consisting of programmable logic controllers and field bus cabling was created. Also a guide on configuring the field bus with Siemens Step 7 software was written.

Keywords: field bus, PROFIBUS, programmable logic controller, Siemens

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ	4
Kuvio- ja taulukkoluettelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet	7
1 JOHDANTO	8
1.1 Työn tausta	8
1.2 Työn tavoite	8
1.3 Työn rakenne	9
2 KENTTÄVÄYLÄT	10
2.1 Yleistä kenttäväylistä.....	10
2.2 Kenttäväylästandardit.....	10
2.3 OSI-viitemalli	11
2.3.1 Sovelluskerros	12
2.3.2 Siirtoyhteyskerros	12
2.3.3 Fyysinen kerros.....	13
2.4 PROFIBUS.....	13
2.4.1 Profibus FMS	14
2.4.2 Profibus DP	14
2.4.3 Profibus PA	15
2.4.4 Topologiat	17
3 HARJOITTELULAITTEISTO	19
3.1 Laitteiston kokoonpano	19
3.2 Ohjelmoitavat logiikat	19
3.2.1 S7-300	19
3.2.2 ET 200	20
3.3 MASTERDRIVES MC -taajuusmuuttaja	21
3.4 Kaapelointi	22
3.5 Konfigurointi	23
3.5.1 Väyläprojektin luonti.....	23

3.5.2 Profibus-väylän konfigurointi	26
3.5.3 IM 151-1 High Feature	29
3.5.4 IM 151-7 CPU	31
3.5.5 MASTERDRIVES MC	35
4 YHTEENVETO.....	37
LÄHTEET	38

Kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Eri kenttäväylävalmistajia. (Beckhoff).....	11
Kuvio 2. OSI-malli. (Seppälä 2009).....	12
Kuvio 3. Profibus OSI -malli. (Real time automation)	14
Kuvio 4. Profibus DP -protokollaversioita. (Profibus system description).....	15
Kuvio 5. Esimerkki Profibus PA -kenttäväylähierarkiasta (Siemens).....	16
Kuvio 6. D-liitin integroidulla päätevastuksella. (Siemens).....	17
Kuvio 7. "trunk and spur" -topologia. (Profibus).	18
Kuvio 8. S7-300 -kompaktilogiikka.	20
Kuvio 9. Hajautusyksiköt liitettynä Profibus DP -väylään.	21
Kuvio 10. MASTERDRIVES MC -taajuusmuuttaja.....	22
Kuvio 11. Laitekoonpano.....	22
Kuvio 12. CPU-typin valinta.....	23
Kuvio 13. Organisaatioblokkien valinta	24
Kuvio 14. Projektin nimeäminen.....	25
Kuvio 15. Projektin rakenne.	25
Kuvio 16. HW Config.....	26
Kuvio 17. Moduulin lisääminen.	27
Kuvio 18. Profibus properties.	28
Kuvio 19. Master-väylä.	29
Kuvio 20. Hajautusaseman lisääminen.	30
Kuvio 21. Laajennusyksiköiden lisääminen hajautusasemaan.	31
Kuvio 22. Uuden aseman luonti.	32
Kuvio 23. IM151-7-konfigurointi.	33
Kuvio 24. IM151-7 Operating Mode.	34
Kuvio 25. Hajautusasemat väylässä.	35
Kuvio 26. MASTERDRIVES CB1.....	35
Kuvio 27. PPO 2.	36

Käytetyt termit ja lyhenteet

DP	Decentralized Peripherals
FMS	FieldBus Messaging Specification
ISO	International Standard Organization
OSI	Open System Interconnection. ISO:n määrittelemä kehysmalli tietoliikenteen kerroksisesta rakenteesta.
PA	Process Automation
PROFIBUS	Process Field Bus. Toimittajasta riippumaton avoin digitaalinen kenttäväylästandardi (EN 50170 ja EN 50254).

1 JOHDANTO

Teollisuuslaitoksissa käytettävät laiteverkot ovat viime vuosikymmenen aikana nousseet yhä tärkeämpään asemaan. Verkot mahdollistavat tuotannon ohjauksen, hallinnan ja käynnissäpidon. Automaatiotekniikan näkökulmasta niin sanotut kenttäväylät ovat käsitteenä olleet mielenkiinnon kohteena 1990-luvulta lähtien, mutta niiden laajamittainen käyttö on alkanut vasta viime vuosina. Tällä hetkellä kenttäväylätekniikka on jonkinlaisessa murrosvaiheessa. Keskenään erilaiset kilpailevat ratkaisut ja niiden standardisointipyrkimykset tekevät tulevaisuuden kehityksen arvioimisesta vaikeaa.

1.1 Työn tausta

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Seinäjoen ammattikorkeakoulun Tekniikan yksikkö. Kenttäväyliä käyttö teollisuuslaitoksissa lisääntyy nopeasti, joten jo opiskeluvaiheessa on tärkeää saada tietoa väylätekniikan mahdollisuuksista. Toimeksiantajan pyynnöstä rakennetaan Seinäjoen ammattikorkeakoulun Tekniikan yksikön käyttötekniikan laboratorioon harjoittelulaitteisto opiskelijoiden perehdyttämiseksi väylätekniikkaan.

1.2 Työn tavoite

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on suunnitella ja käyttöönottaa Seinäjoen ammattikorkeakoulun Tekniikan yksikön opiskelijoiden käyttöön soveltuva Siemens Profibus DP -harjoittelulaitteisto. Laitteisto rakennetaan koululle jo valmiiksi hankituista ja osaksi Siemensiltä lahjoituksena saaduista komponenteista. Järjestelmä tulee koostumaan Siemens S7-300 -sarjan logiikasta, kahdesta SIMATIC ET 200 -hajautusasemasta ja tarvittavista väyläkaapeleista. Lisäksi järjestelmään liitetään Siemens Masterdrives MC AC/AC -taajuusmuuttaja.

Opiskelijoiden tueksi tuotetaan kirjallinen ohje järjestelmän konfiguroinnista ja kytkennöistä.

1.3 Työn rakenne

Työ koostuu teoriaosuudesta ja työosuudesta. Teoriaosuudessa esitellään kenttäväylätekniikkaa yleisesti sekä perehdytään erityisesti Siemensin Profibus-väylään. Työosuudessa tarkastellaan työssä käytettyjä komponentteja ja esitellään järjestelmän konfigurointi. Lopussa on lyhyt yhteenveto työstä.

2 KENTTÄVÄYLÄT

2.1 Yleistä kenttäväylistä

Nykyään kenttäväylä on käsitteenä ja automaatioalan terminä keskeisesti esillä. Siitä ei kuitenkaan asiaa tarkemmin tutkiessa löydy yleisesti hyväksyttyä täsmällistä määritelmää. Lukuisten eri standardien ja väyläteknologioiden kenttäväylän käsite saatetaan ymmärtää monin tavoin lukijasta riippuen. Yleisesti kenttäväylät on päädytty käsittelemään osana laiteverkkoja, joista väyläteknikka edustaa tärkeintä verkkojen toteutusteknologiaa. (Pyyskänen 2007, 7-8.)

Kenttäväylä on laiteverkko, joka mahdollistaa eri kenttälaitteiden yhdistämisen yhdeksi automaatiojärjestelmäkokonaisuudeksi. Kenttäväylän käsitettä kuvaa parhaiten digitaalisuus, sarjamuotoisuus ja kaksisuuntaisuus. Käyttämällä älykkäitä kenttälaitteita voidaan järjestelmän eri toimintoja hajauttaa lähemmäksi toimilaitteita. Verrattuna perinteiseen automaatiojärjestelmään voidaan kenttäväyläratkaisun etuihin lukea kaapeloinnin ja kytkentöjen pienempi määrä, kaksisuuntainen tiedonsiirto ja laitteiden keskinäinen käytettävyyys. Toimintojen hajauttamisen myötä myös kenttätason yläpuolisen laskentatehon tarve vähenee. Merkittäviä etuja on laskettu saatavan pienemmistä investointikustannuksista ja parantuneesta prosessinhallinnasta sekä ylläpidosta. (Oulun Yliopisto 2007.)

2.2 Kenttäväylästandardit

Kenttäväyliä on nykyään saatavilla monilta eri valmistajilta. Valmistajien välillä vallitsee kova kilpailutilanne, mikä vaikeuttaa yhtenäisen kenttäväylästandardin muodostumista. Ymmärrettävistä syistä eri valmistajat pyrkivät sisällyttämään tuotteisiinsa piirteitä, millä pyritään sitomaan käyttäjät valmistajan omiin tai yhteistyöryhmien automaatiotuotteisiin. Kansainvälisesti hyväksytystä yhteisestä kenttäväylästandardista hyötyisivät vain tilaajat eivät valmistajat. Nykyisessä tilanteessa yksimielisyys vallitsee ainoastaan kenttäväylän kolmikerroksisuudesta. Standardointi nähdään kuitenkin kilpailuvalttina, joten valmistajat haluavat esittää tuotteensa ”standardoituna”, ja esittävät viittauksia OSI-malliin ja kenttäväylän kerrosmalliin.

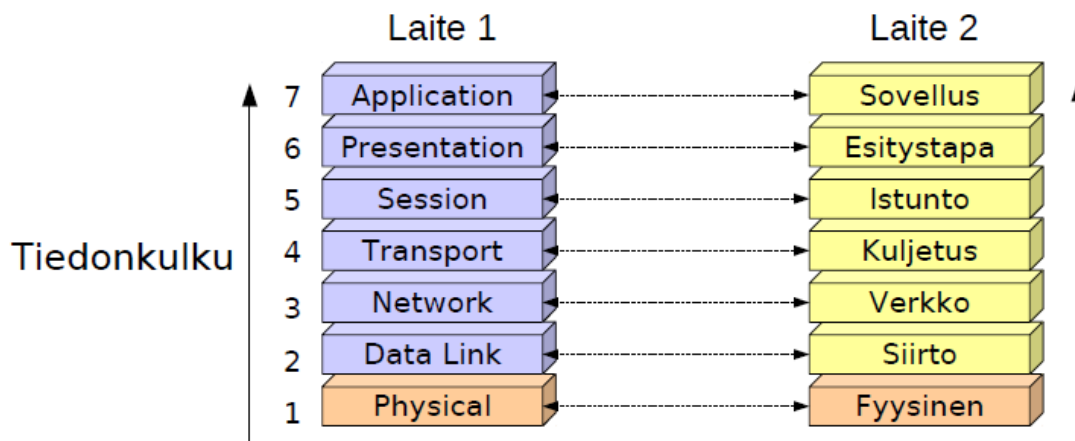
Todellisuudessa mitään yhtäläisyyksiä ei välttämättä todellisuudessa ole, mikä johtaa yhteensopivuusongelmiin eri valmistajien tuotteiden välillä. (Pyykkölä 2007, 89-90.)



Kuvio 1. Eri kenttäväylävalmistajia. (Beckhoff)

2.3 OSI-viitemalli

Kansainvälinen standardointijärjestö ISO (International Standards Organization) aloitti 1970-luvulla työn avointen tietojärjestelmien liitântämallin kehittämisen. Tarkoituksena oli poistaa yhteensopivuusongelmia eri verkoissa. Tuloksena syntyi OSI-malli (Open System Interconnection.) joka määrittelee tietoliikennejärjestelmän kerrosteisen rakenteen. OSI-malli ei itsessään ole tuote tai protokolla, mutta se määrittelee kehykset tietoliikenteen standardoinnille. Kuviossa 2 esitetään mallin seitsemän kerrosta. Yleinen kenttäväylästandardi hyödyntää OSI-mallin määrittelemistä kerroksista vain kolmea, fyysistä kerrosta, siirtoyhteyskerrosta sekä sovelluskerrosta. Muut kerrokset ovat jääneet käyttämättä tai niiden ominaisuuksia on integroitu osaksi edellä mainittuja. Jokainen kerros on riippumaton viereisistä mutta tukeutuu alemman kerroksen tarjoamiin palveluihin. (OSI-malli [viitattu 18.3.2013].)



Kuvio 2. OSI-malli. (Seppälä 2009, 7.)

2.3.1 Sovelluskerros

Sovelluskerros tarjoaa sovelluksille rajapinnan OSI-järjestelmään. Sen tarkoitus on määrittää millaisia sovelluksia ja toimintoja kenttäväyläsovelluksessa voidaan toteuttaa. Tällaisia toimintoja ovat esimerkiksi ohjelmien upload ja download, prosessien aikataulutus ja tapahtumien raportointi. Sovelluskerros sisältää myös tuen puskureille ja jonoille. (ABB 2000.)

2.3.2 Siirtoyhteyskerros

Siirtoyhteyskerroksen tarkoitus on huolehtia tiedonsiirrosta eri kommunikoivien laitteiden välillä. Siirtoyhteyskerros antaa kaikille kommunikoiville laitteille mahdollisuuden verkon hallintaan. Tämä tapahtuu kolmen protokollan avulla: valtuuden välitys (token passing), väylän välitys (Bus arbitration) ja keskitetty isäntä (Central mastership). (ABB 2000.)

- Valtuuden välitys: Menetelmä käyttää sekä delegoituja että vapaita valtuuksia. Jokainen valtuuden saanut solmupiste saa mahdollisuuden hallita verkkoa lyhyen ajan vuorollaan. Väylän käytöstä vastaava isäntä, linkin aktiivinen skeduloija (LAS) hallitsee valtuuksien delegoimista.
- Väylän välitys: LAS hallitsee verkkoon pääsyä edellä sovitun aikataulun mukaisesti.

- Keskitetty isäntä: LAS pollaa kaikki solmupisteet ja lähettää eteenpäin kaikki löydetty viestit loppuosoitteisiin.

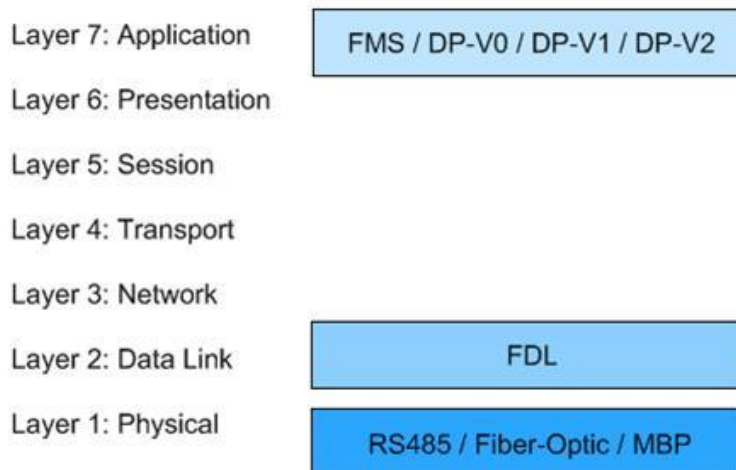
Yksinkertaisimmassa tapauksessa laite saa valtuuden (token), minkä jälkeen laite lähettää tietoa verkon muille laitteille. Lähetyksen loputtua valtuus siirtyy toiselle laitteelle ja siitä eteenpäin ympäri verkkoa. (ABB 2004.)

2.3.3 Fyysinen kerros

Fyysinen kerros (physical layer) on OSI-mallin alimmainen kerros. Tämä kerros määrittelee tiedonsiirron mekaaniset, fyysiset ja toiminnalliset ominaisuudet. Käytännössä tämä tarkoittaa fyysisen siirtotien ja signalointimenetelmän määrittelyä. Kenttäväyläverkossa voidaan fyysisenä siirtotienä käyttää kierrettyä parikaapelia, valokuitua tai langatonta tiedonsiirtoa. Signalointimenetelmä määrittelee mm. tiedonsiirtonopeuden ja digitaalisen signaalin koodauksen binäärimuotoon. Tiivistysti voidaan sanoa että fyysinen kerros määrittää kaiken tiedon mitä tarvitaan yhdistämään laite kenttäväyläverkkoon. (Granlund 2003, 9-10.)

2.4 PROFIBUS

PPROFIBUS (Process Field Bus) on etupäässä Siemensin kehittämä avoin, toimitajasta riippumaton kenttäväyläperhe. Profibus esiteltiin jo vuonna 1986 ja nykyään siitä on kasvanut markkinajohtaja kenttäväyläteknikan alalla. Maailmalla on tällä hetkellä asennettuna 40 miljoonaa Profibus-laitetta, joista 6,8 miljoonaa on prosessiteollisuudessa. Profibus on vuodesta 1996 perustunut eurooppalaiseen EN 50170 -standardiin ja 1999 vuodesta eteenpäin myös kansainvälisiin IEC 61158- ja IEC 61784 -standardeihin. (Profibus International [viitattu 19.3.2013].)



Kuvio 3. Profibus OSI-malli. (Real time automation)

Profibus tukeutuu OSI-malliin, josta se käyttää kuvion 3 mukaisesti kolmea kerrosta. Profibus-väylästä on olemassa kolme eri käyttötarkoituksiin suunniteltua tiedonsiirtoprotokollaa: Profibus FMS, Profibus DP ja Profibus PA. (Real time automation [viitattu 20.3.2013].)

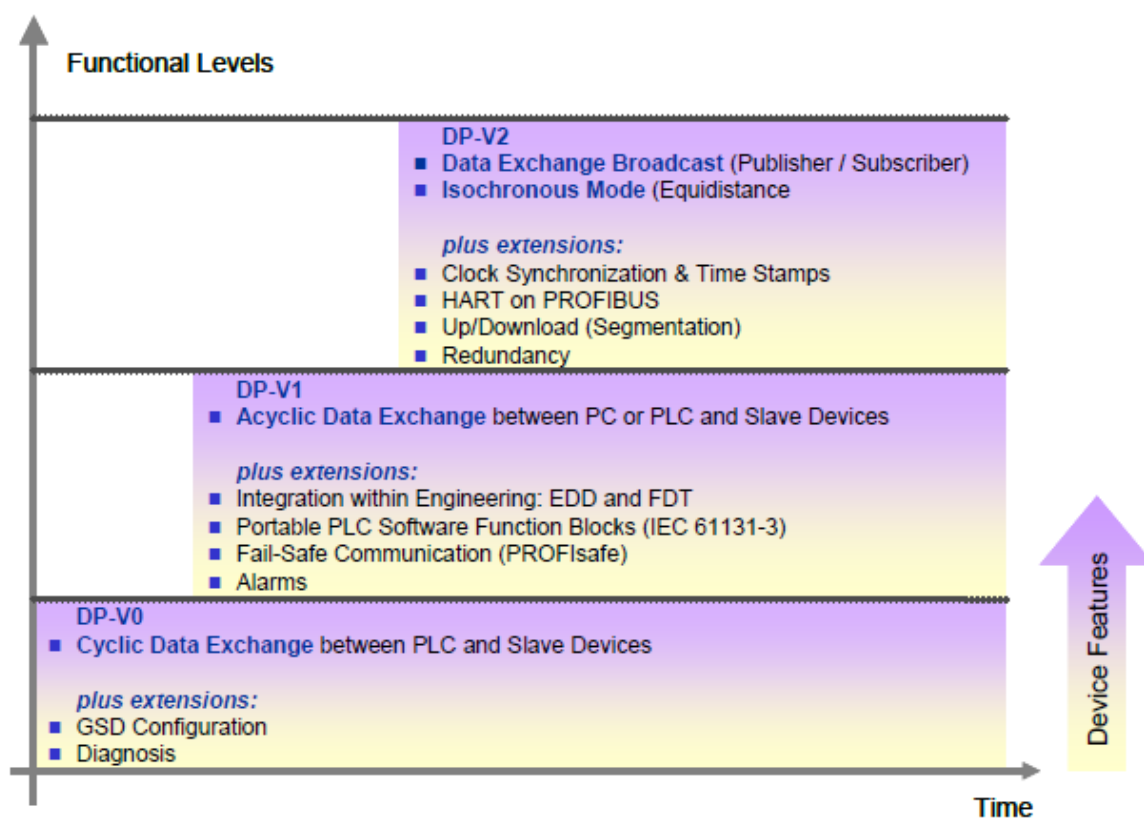
2.4.1 Profibus FMS

Profibus FMS (FieldBus Messaging Specification) on Siemensin ensimmäinen versio Profibus-väylän tiedonsiirtoprotokollasta, se suunniteltiin alun perin siirtämään tietoa suurella nopeudella ohjelmoitavan logiikan ja PC:n välillä. Myöhemmin huomattiin, ettei FMS-protokolla ole tarpeeksi joustava yksinkertaisten data-viestien välittämiseen tai toimimaan laajassa ja monimutkaisemmassa verkossa. FMS-protokolla on yhä käytössä, mutta poistumassa markkinoilta. Uudemmat Profibus-versiot korjaavat suurilta osin FMS-protokollan puutteita. (Real time automation [viitattu 20.3.2013].)

2.4.2 Profibus DP

Profibus DP (Decentralized Periphery) on Profibus-väylän uudempi ja nopeampi versio, se on suunniteltu erityisesti nopeaa vasteaikaa vaativaan kappaletavara-

automaation ohjausjärjestelmän ja hajautetun laitetason väliseen kommunikointiin. Erityisvaatimusten kasvaessa on Profibus DP -protokollasta on kehitetty kolme eri versiota. DP-V0:ssa on määritelty protokollan perustoiminnot kuten konfiguraatio, synkroninen (tahdistettu) tiedonsiirto ja kanavadiagnoositoiminnot. DP-V1 sisältää parannuksia, jotka on tehty erityisesti prosessiautomaatiota ajatellen. Se tuo protokollaan asynkronisen tiedonsiirron, mikä mahdollistaa väylän parametroidin ja konfiguroinnin väylän ollessa toiminnassa. DP-V0- ja DP-V1 -versioissa kommunikointi on vain master-slave-tyyppistä, joten kehitettiin vielä kolmas versio laajentamaan DP-V1:n ominaisuuksia. Uusin versio DP-V2 mahdollistaa myös orjalaitteiden välisen tiedonsiirron. (Profibus 2013.)



Kuvio 4. Profibus DP -protokollaversioita. (Profibus 2013.)

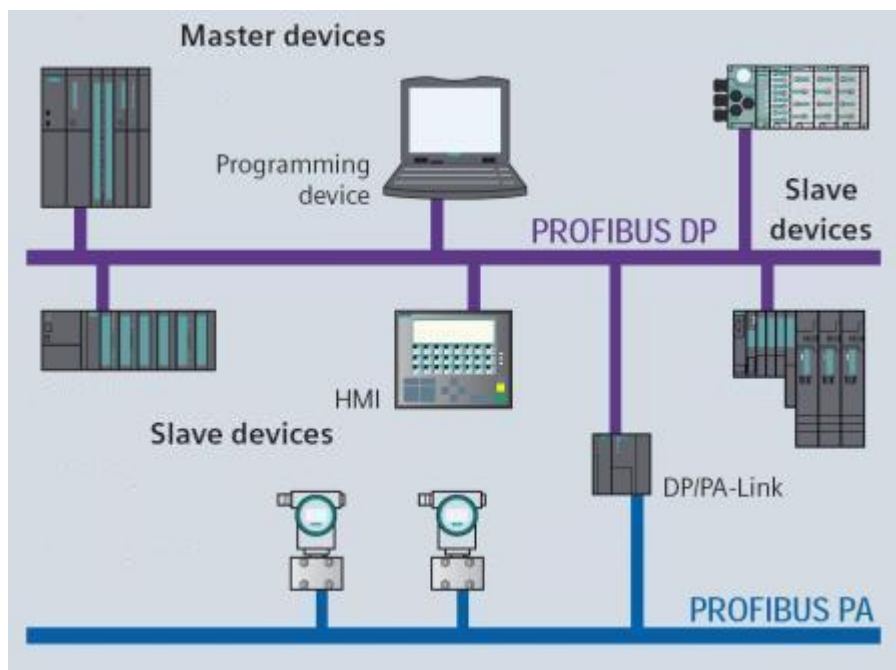
2.4.3 Profibus PA

Profibus PA (Process Automation) on erityisesti prosessiteollisuuden käyttöön tarkoitettu tiedonsiirtoprotokolla. Se suunniteltiin Profibus DP:n pohjalta erityisesti

mittausdatan käsittelyyn. PA-protokolla määrittelee parametrit ja funktiot prosessin hallintalaitteille, kuten toimilaitteille, mittareille ja lähettimille. (Profibus 2013.)

Profibus PA käyttää tiedonsiirtoon Manchester Bus Powered -koodausta (MBP). Toisin kuin DP-protokollan käyttämä RS485, MBP tukee myös syöttövirran siirtämisen väyläkaapelia pitkin. Tämän ominaisuuden ansiosta Profibus PA -väylä soveltuu käytettäväksi myös räjähdysvaarallisissa tiloissa. (Real time automation [viitattu 20.3.2013].)

Profibus PA -väylään voidaan kytkeä vain slave-laitteita, joten se ei voi toimia automaatiojärjestelmässä itsenäisesti, vaan se on aina kytkettävä Profibus DP -masterin alaisuuteen. Profibus PA -väylän tiedonsiirtonopeus MBP-koodauksella on aina kiinteä 31.25 kb/s ja Profibus DP -väylän nopeus vaihtelee väyläsegmentin pituuden mukaan välillä 9.6 kb/s – 12000 kb/s. Eri nopeuksilla toimivat kenttäväylät yhdistetään toisiinsa käyttämällä kytkintä (coupler). Lisäksi voi olla tarpeellista liittää järjestelmään erillinen virtalähde PA-väylälle. (Profibus 2013.)



Kuvio 5. Esimerkki Profibus PA kenttäväylähierarkiasta (Siemens [viitattu 20.3.2013].)

2.4.4 Topologiat

Profibus DP -kenttäväylässä suositellaan käytettäväksi väylämäistä topologiaa. Yhteen väyläsegmenttiin voidaan ilman vahvistimien käyttöä kytkeä maksimissaan 32 laitetta. Vahvistimia käytettäessä laitteiden maksimimäärä on 127. Kuparikaapelia käytettäessä yhden väyläsegmentin pituutta rajoittaa käytetty tiedonsiirtonopeus. Profibus-väylän maksiminopeuteen 12 Mb/s päästään vain alle 100 m pitkissä segmenteissä. Yli 1000 m pitkissä segmenteissä voidaan käyttää vain alle 187,5 kbit/s nopeuksia. Käyttämällä tiedonsiirtoon optista kuitua voi yksittäisen väyläsegmentin pituus olla jopa yli 15 km. (Profibus 2013.)

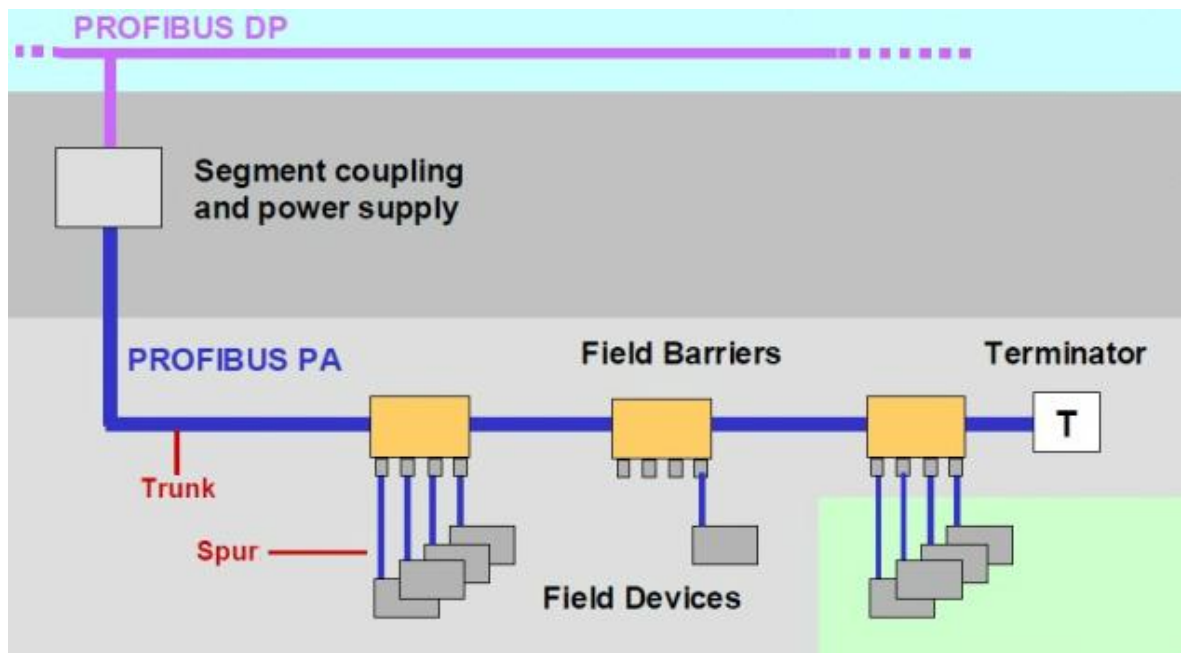
Jokaisen väyläsegmentin alku- ja loppupäässä on aina oltava aktiivinen päätevastus. Päätevastuksilla estetään signaalin takaisinheijastumisesta johtuvien häiriöiden muodostuminen. Päätevastus voi olla joko laitteen oma tai erillinen. Useimmissa tapauksissa Profibus-väyläkaapeloinnissa käytetään 9-napaisia D-liittimiä joissa on integroitu päätevastus. (PROFIBUS 2013.)



Kuvio 6. D-liitin integroidulla päätevastuksella.

Profibus PA voi olla topologialtaan väylä, puu, tähti tai jokin yhdistelmä näistä. Laajoissa automaatiojärjestelmissä käytännöllisimmäksi on osoittautunut T-haaroista muodostuva "trunk and spur" -topologia, jossa signaali kulkee runkoka-

pelia (trunk) pitkin kenttälaittehaaroituskoteloille, joista väylä hajautetaan edelleen eri kenttälaitteille. (Profibus 2013.)



Kuvio 7. "trunk and spur" -topologia. (Profibus 2013.).

3 HARJOITTELULAITTEISTO

3.1 Laitteiston kokoonpano

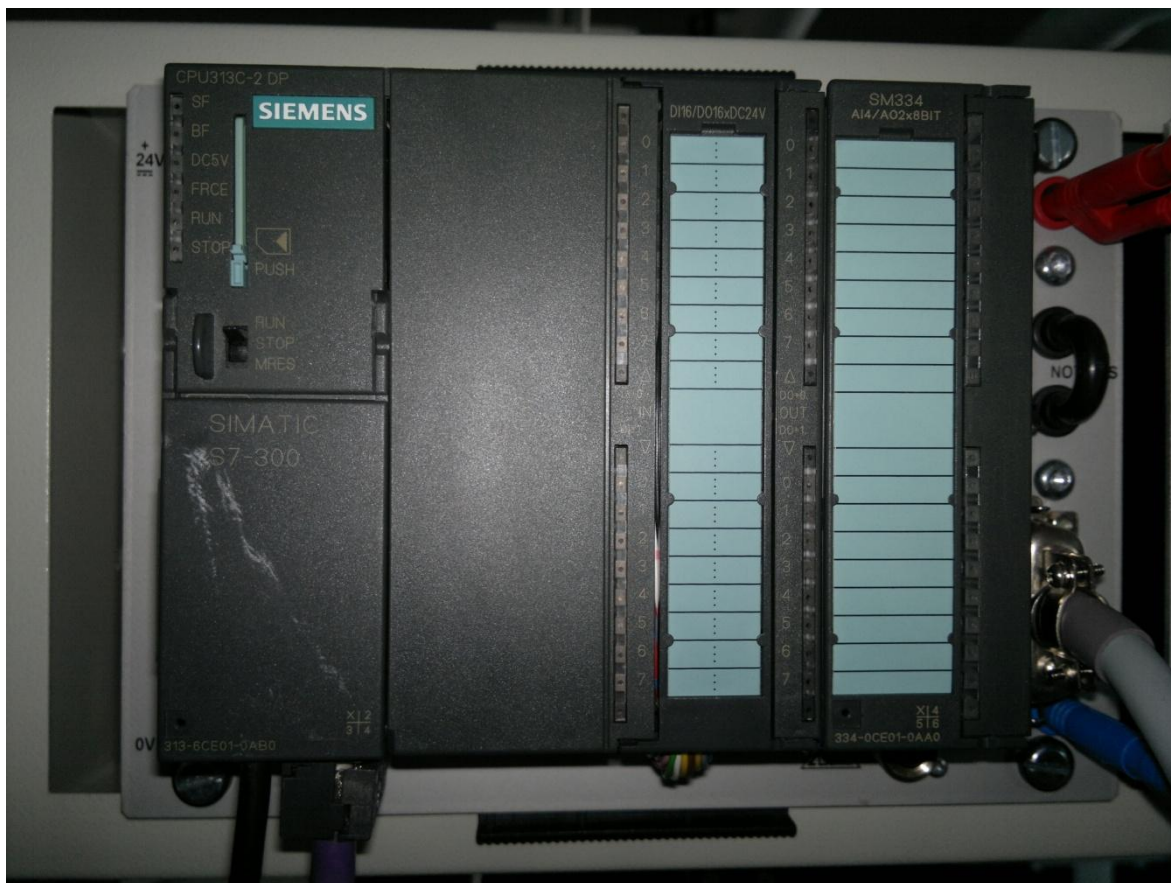
Harjoittelulaitteisto rakennettiin Seinäjoen ammattikorkeakoulun Tekniikan yksikön tiloihin käyttötekniikan laboratorioon. Työn tekeminen aloitettiin tutkimalla koululle valmiiksi hankittuja komponentteja ja valitsemalla työhön sopivat materiaalit. Laitteistossa päädyttiin käyttämään Siemensin S300-sarjan ohjelmoitavaa logiikkaa, kahta S200-sarjan hajautusyksikköä ja SIMOVERT MASTERDRIVES-taajuusmuuttajaa. Lisäksi logiikkoihin liitettiin eri laajennusyksiköitä ja I/O-moduuleja.

3.2 Ohjelmoitavat logiikat

Ohjelmoitava logiikka on yleisnimitys laitteille, joiden toiminta perustuu useimmiten sykliseen tiedonsiirtoon. Nykyisin ohjelmoitavia logiikoita käytetään monipuolisesti teollisuuden kappaletavara- sekä prosessiautomaatiossa, niillä ohjataan ja valvotaan toimilaitteita sekä kerätään tietoa prosessista. Tässä työssä käytettiin Siemens SIMATIC -tuoteperheen logiikoita, tällä hetkellä SIMATIC on yksi eniten käytetyistä logiikoista teollisuudessa. Ohjelmointi tehtiin Siemensin STEP 7-ohjelmistolla.

3.2.1 S7-300

Siemens S7-300 -sarja on modulaarinen alemman tason ohjausjärjestelmä, se on suunniteltu etupäässä kappaletavara-automaation kohteisiin. Tässä työssä käytettiin sarjan kompaktia logiikkaa, joka toimi Profibus-kenttäväylän masterina.

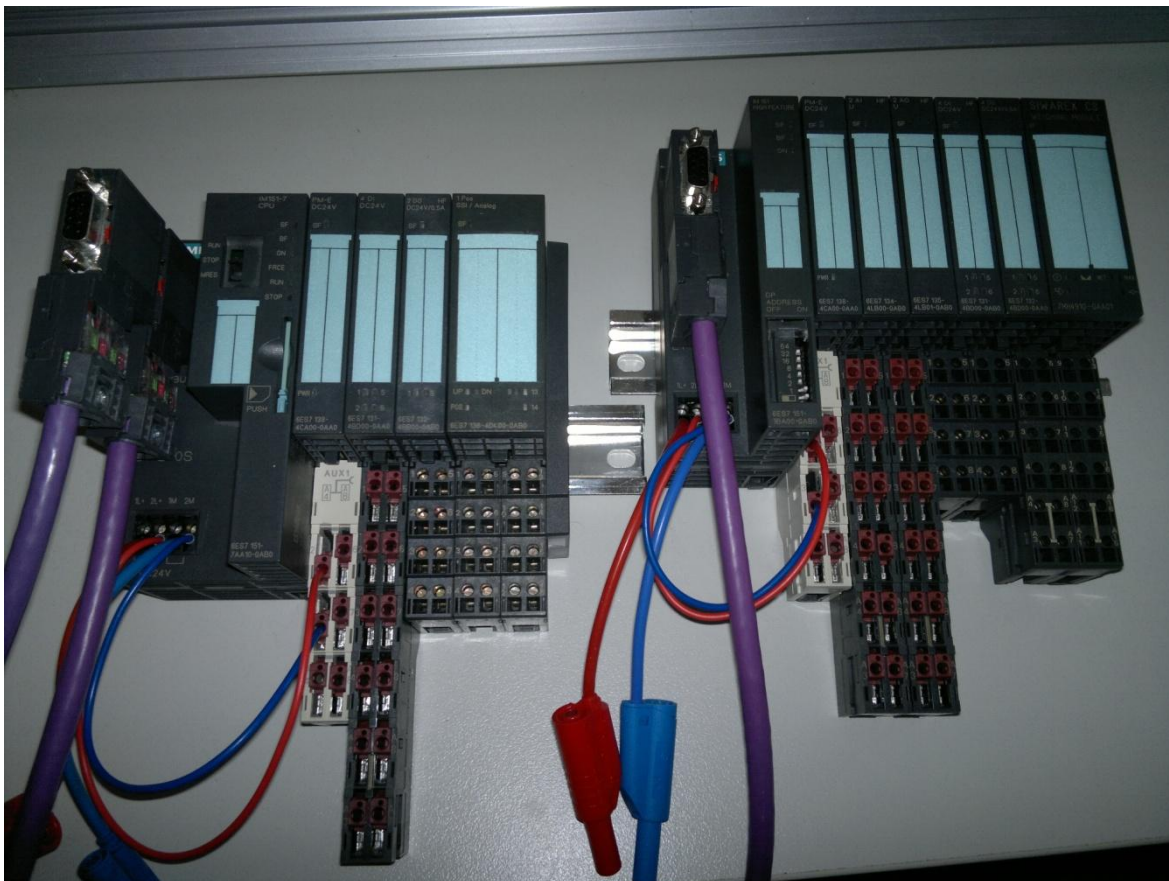


Kuvio 8. S7-300-kompaktilogiikka.

Kuvassa 8 on esitetty S7-300-logiikan keskusyksikkö (CPU313C-2DP), jossa on integroituna 16 digitaalista tuloa ja lähtöä. Keskusyksikköön on lisäksi liitetty oikealla näkyvä analoginen I/O-moduuli.

3.2.2 ET 200

Nykyaikaisissa automaatiosovelluksissa on usein tarpeellista siirtää tulo- ja lähtöpiirejä prosessiaseman luota lähemmäksi toimilaitteita. Tällaisissa tilanteissa voidaan käyttää esimerkiksi Siemensin ET 200S -sarjan väyläliitäntäyksiköitä. Yksiköt ovat modulaarisia ja niihin voidaan liittää tavanomaisten I/O-moduulien lisäksi moottorilähtöjä ja niin sanottuja funktiomoduleja, jotka on tarkoitettu erilaisiin säätö- ja paikoitustehtäviin.

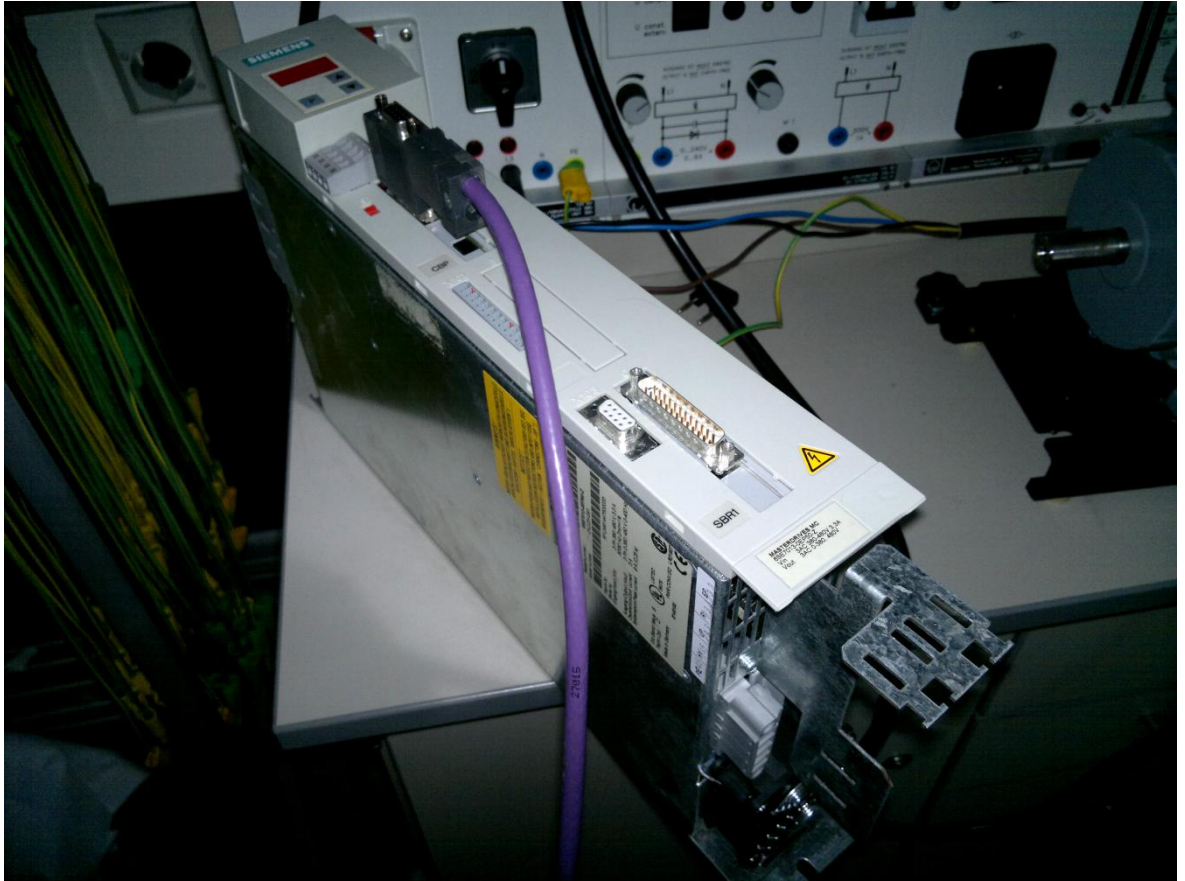


Kuvio 9. Hajautusyksiköt liitettynä Profibus DP -väylään.

Laitekokoonpanoon koottiin kaksi hajautusasemaa. Kuvassa 7 vasemmalla oleva yksikkö sisältää oman keskusyksikkönsä (CPU), joten sitä voidaan käyttää suorittamaan eri ohjaustoimintoja itsenäisesti. Työssä käytettyjen väyläliitäntäyksiköiden tyypit olivat IM 151-7 ja IM 151 High Feature. Molempiin yksiköihin liitettiin PM-E DC24V -virtalähdemoduulit ja I/O-moduuleja. Hajautusasemat konfiguroitiin orjalaitteiksi ja ne liitettiin väyläkaapelilla isäntänä toimivaan S7-300-logiikkaan.

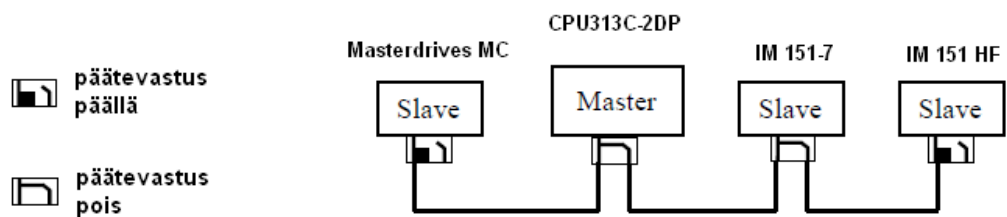
3.3 MASTERDRIVES MC -taajuusmuuttaja

SIMOVER MASTERDRIVES MC on Siemensin vuonna 1998 markkinoille tuoma taajuusmuuttajasarja. Tässä työssä käytetty taajuusmuuttaja on tarkoitettu erityisesti moottorikäyttöihin ja liikkeenohjaukseen (MC Motion Control). Taajuusmuuttaja liitettiin kenttäväylään käyttämällä CBP-väyläliitäntäkorttia.



Kuvio 10. MASTERDRIVES MC -taajuusmuuttaja.

3.4 Kaapelointi



Kuvio 11. Laitekokoontaminen.

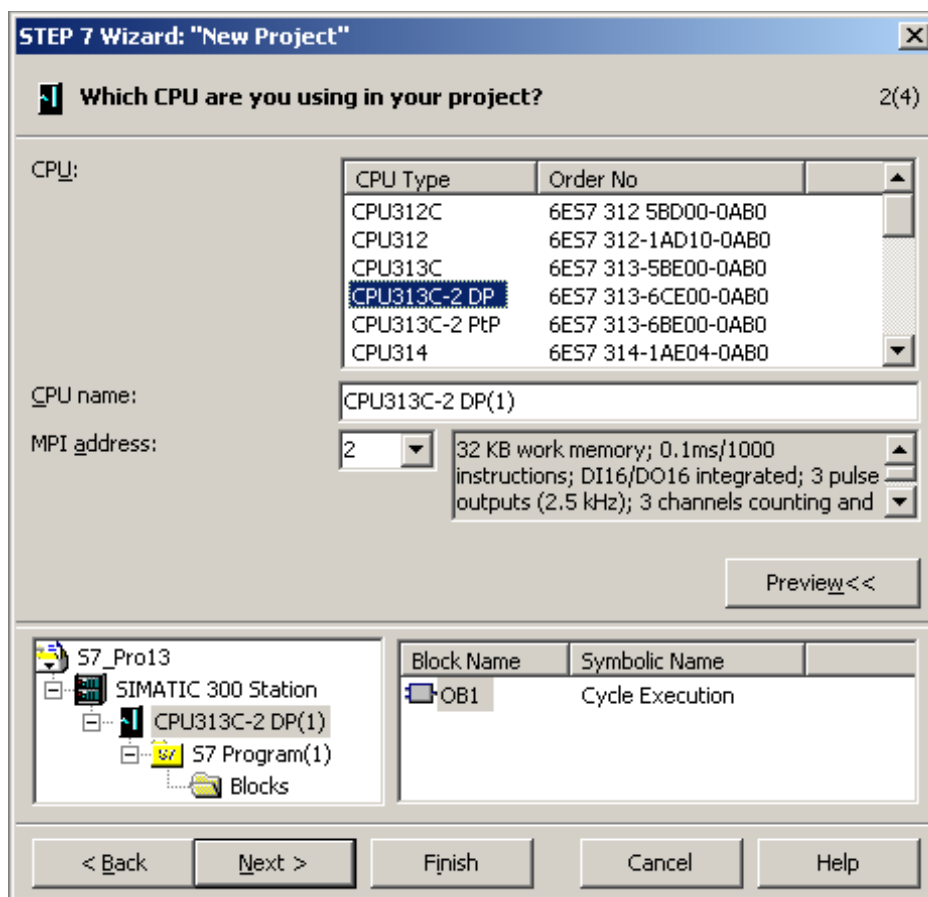
Laitteet liitettiin kuvan 11 mukaisesti kenttäväylään. Väyläsegmentin molemmissa päissä D-liittimien päätevastukset kytkettiin "ON" -asentoon. Laitteiston virransyöttö saatiin laboratoriossa käytetystä Feston 24V DC -virtalähteestä.

3.5 Konfigurointi

Konfigurointi on järjestelmän toiminnan kannalta oleellisin asia. Konfiguroinnissa kerrotaan keskusyksikölle mitä komponentteja on liitettynä laitteistoon sekä Profibus-väylään. Konfiguroinnissa annetaan myös osoite joka laitteelle. Tässä työssä konfigurointiin käytettiin Siemens Step 7 -ohjelmistoa.

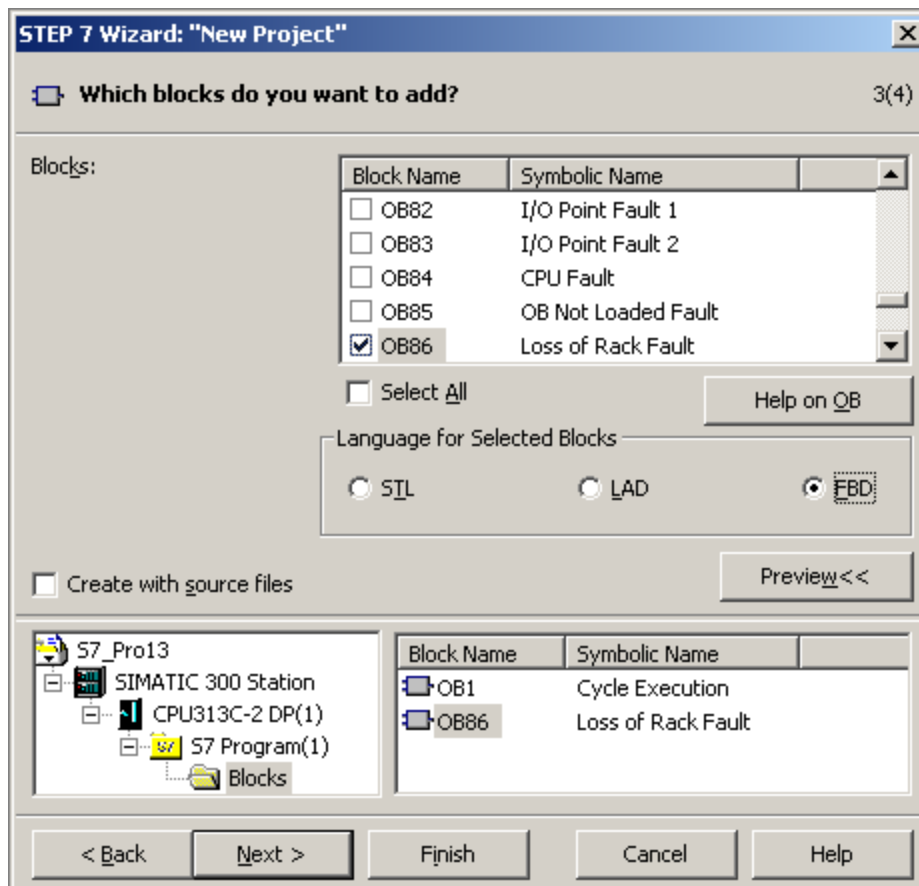
3.5.1 Väyläprojektin luonti

Konfigurointi aloitetaan luomalla uusi projekti käyttämällä SIMATIC managerin "New Project Wizard" -toimintoa.



Kuvio 12. CPU-tyypin valinta.

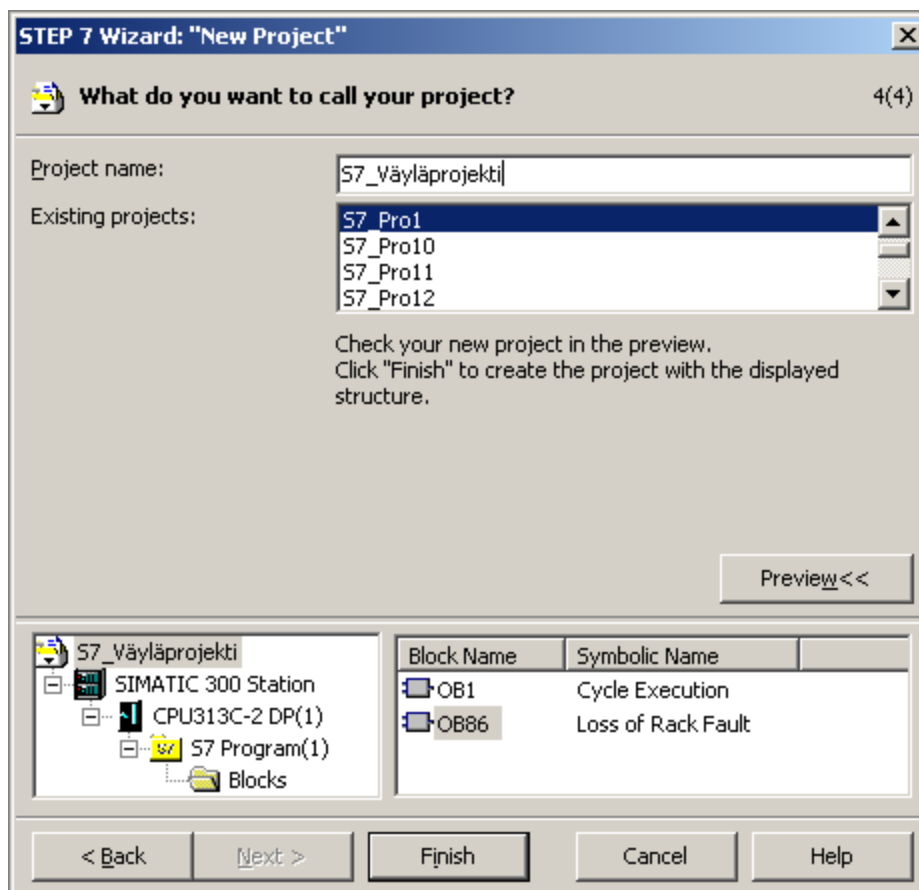
- CPU Type -valintaikkunasta valitaan työssä käytetty CPU313C-2 DP
- MPI-osoitteeksi valitaan 2
- Tämän jälkeen painetaan Next-painiketta



Kuvio 13. Organisaatioblokkien valinta

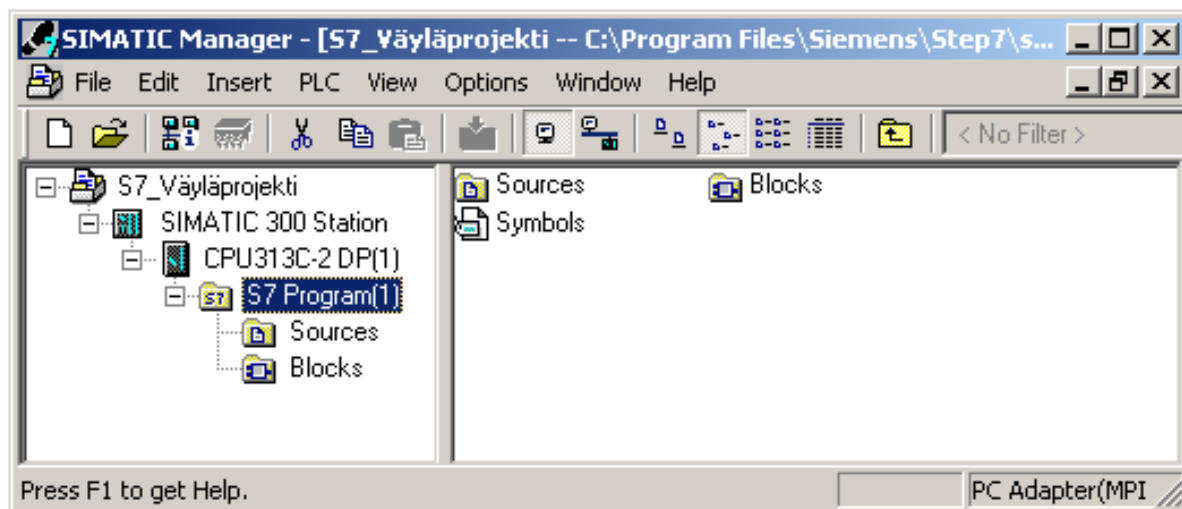
Seuraavaksi avautuvasta välilehdestä valitaan projektissa käytettävät organisaatioblokit.

- Oletuksena listassa olevan OB1-blokin lisäksi on tarpeellista lisätä projektiin OB86-blokki
- Esitysmuodoksi valitaan FBD (Function Block Diagram)
- Seuraavaksi siirrytään seuraavaan ikkunaan painamalla Next-painiketta



Kuvio 14. Projektin nimeäminen.

- "Project name" -kohtaan kirjoitetaan projektin nimi, esim. "S7_väyläprojekti"
- Lopuksi painetaan "Finish"-painiketta.

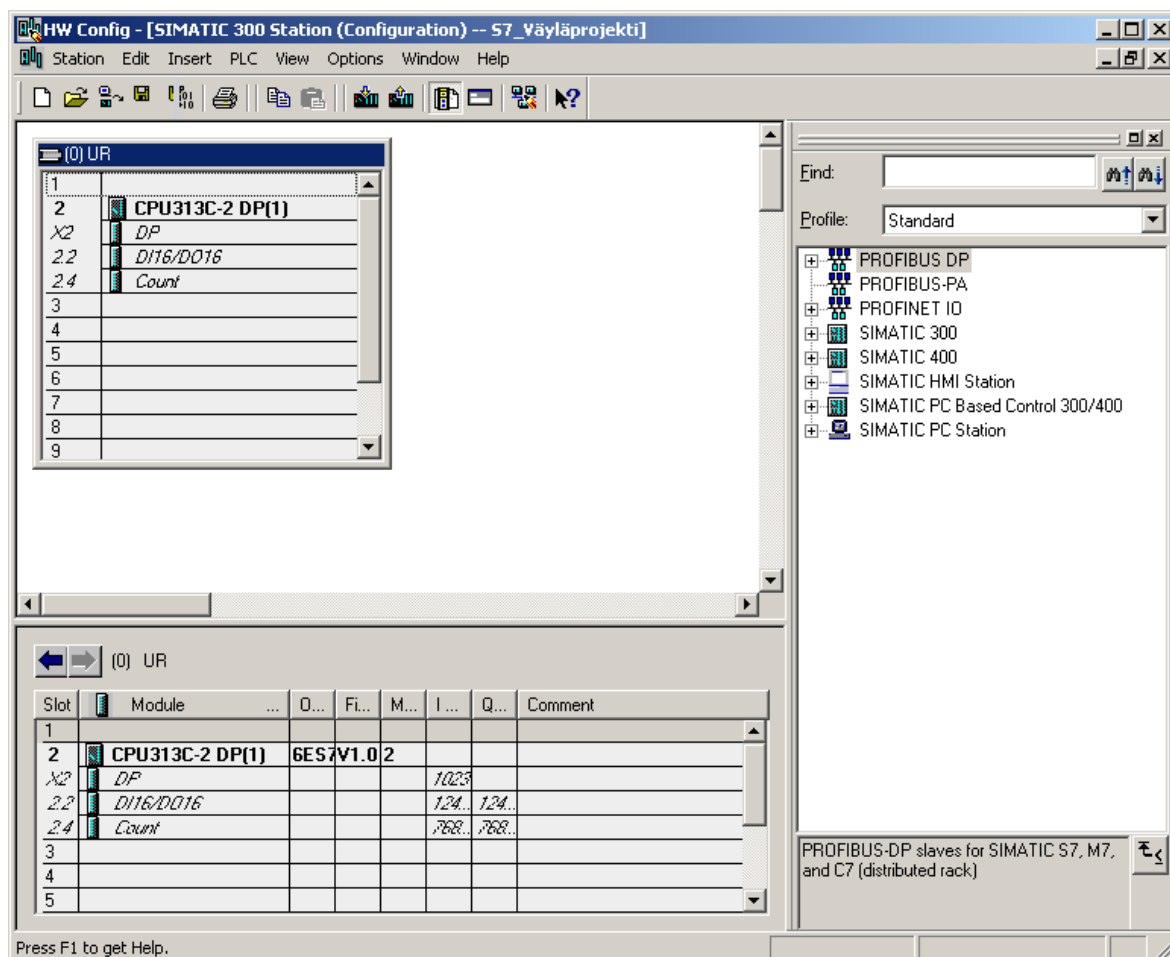


Kuvio 15. Projektin rakenne.

Projekti on nyt luotu ja kuvan 15 mukainen näkymä avautuu. Ensimmäisellä tasolla näkyy projektin nimi, tässä tapauksessa "S7_Väyläprojekti" ja alimmilla tasoilla käytetty CPU sekä ohjelmablokit sisältävä ohjelmakansio.

3.5.2 Profibus-väylän konfigurointi

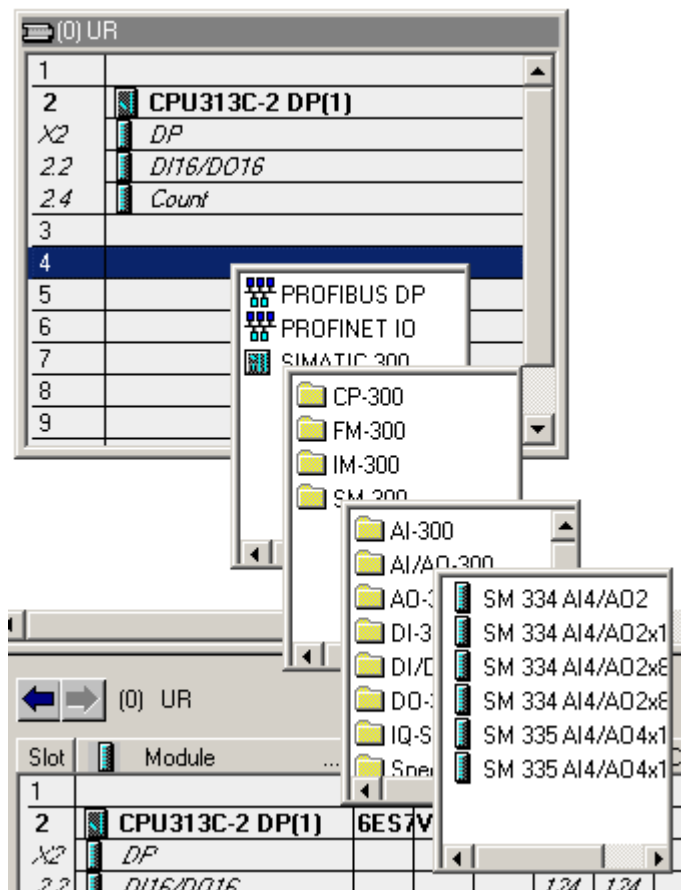
Väylän konfigurointi aloitetaan valitsemalla aktiiviseksi projektin rakennetta kuvaavasta kehyksestä SIMATIC 300 Station. Oikealle tulevat näkyviin Hardware- ja CPU313C-2DP-ikonit. Näistä valitaan tuplaklikkaamalla hardware, jolloin avautuu "HW Config" -ikkuna.



Kuvio 16. HW Config.

Asemaan on lisättävä siihen liitettyä oleva analoginen I/O-moduuli. Oikean komponentin löytämiseksi on tärkeää tietää tuotteen toimitusnumero. Tässä tapauksessa se on "334-0CE01-0AA0"

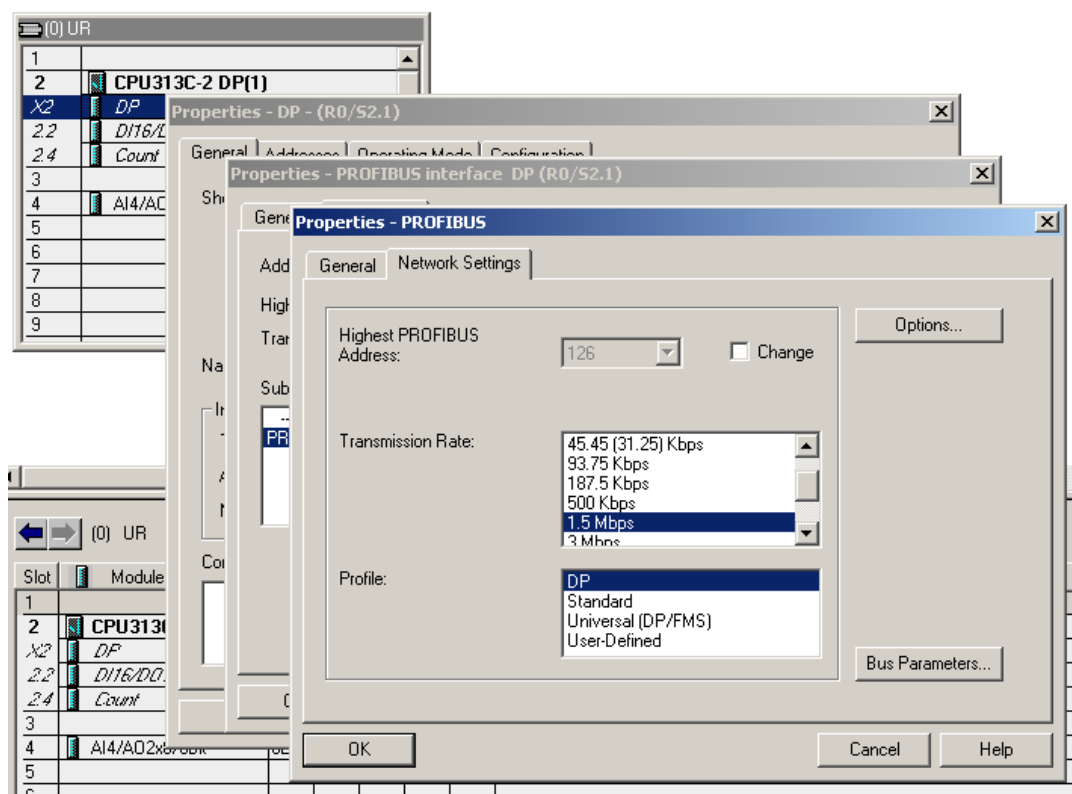
- Hiiren oikealla painikkeella klikataan (0)UR-kehyksen neljättä riviä ja avautuvasta verhovalikosta valitaan "insert object"
- Avautuvasta valintaikkunasta selataan "SIMATIC 300" → "SM-300" → "AI/AO-300" → "SM334"
- Viimeisestä valintaikkunasta valitaan oikea moduuli toimitusnumeron perusteella.
- Lisätty moduuli avautuu nyt (0)UR-kehyksen neljännelle riville



Kuvio 17. Moduulin lisääminen.

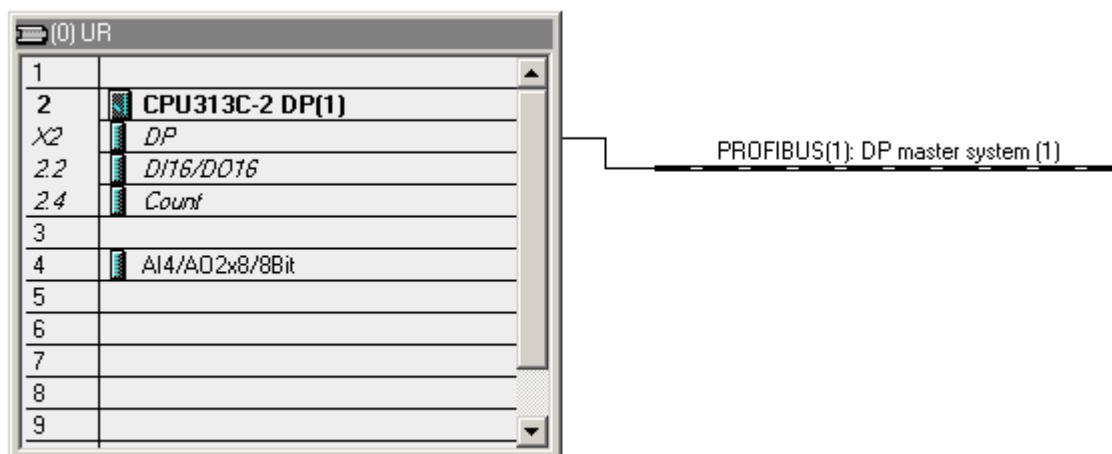
Seuraavaksi tehdään Profibus-väylän HW-konfigurointi.

- (0)UR-kehyksen DP-riviä tuplaklikataan, jolloin aukeaa ”properties-DP”
- Avataan ”Operation mode” -välilehti ja varmistetaan että ”DP master” on valittuna
- Avataan ”General”-välilehti ja sieltä klikataan ”Properties”-painiketta
- ”Address”-kohtaan kirjoitetaan 2 ja painetaan ”New”
- Avautuvan ikkunan ”Network Settings” -kohdasta valitaan tiedonsiirtonopeudeksi 1,5 MB/s ja profiiliksi DP. Muihin asetuksiin ei tarvitse koskea.
- Kaikki ikkunat voidaan nyt sulkea painamalla ”OK”-painikkeita



Kuvio 18. Profibus properties.

Ikkunaan avautuu väyläkaapelia kuvaava ”PROFIBUS(1): DP Master System (1)”-viiva. Tähän väylään voidaan nyt lisätä projektissa käytetyt orjalaitteet.

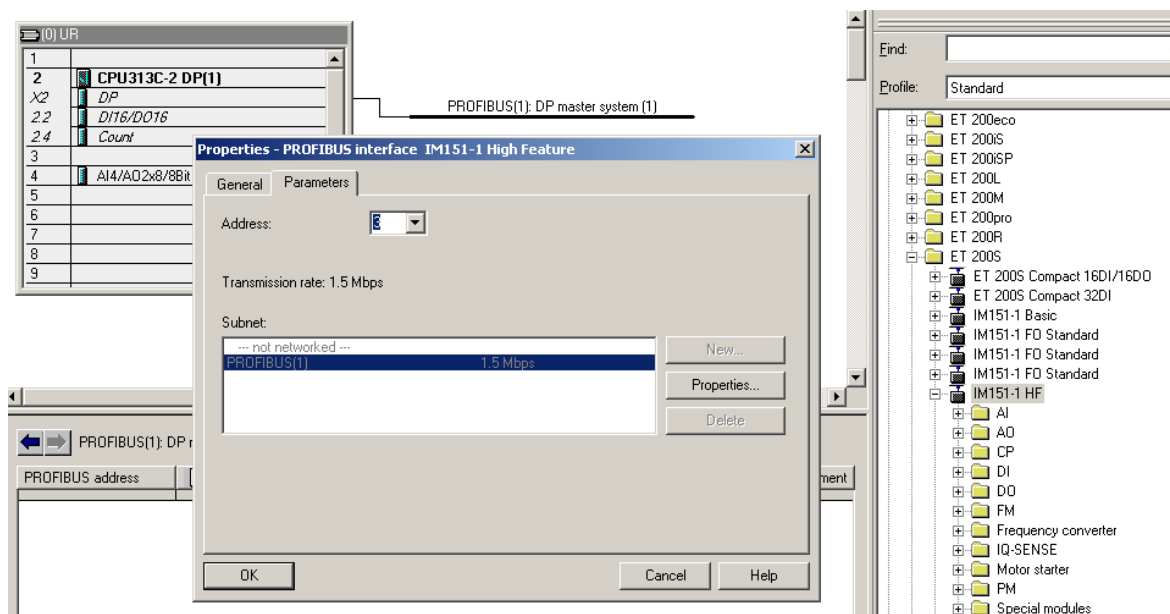


Kuvio 19. Master-väylä.

3.5.3 IM 151-1 High Feature

Seuraavaksi lisätään projektiin orjalaitteena toimiva IM151 High Feature-hajautusasema.

- Aloitetaan avaamalla hardware catalog. HW configin yläpalkista klikataan "View" ja verhovalikosta valitaan "Catalog"
- Ikkunan oikeaan reunaan avautuu nyt valikko, josta löytyvät kaikki ohjelmiston viimeisimmän päivityksen aikana markkinoilla olevat Siemensin komponentit.
- Hiiren oikealla painikkeella valitaan äsken luotu PROFIBUS(1): DP Master System (1)" aktiiviseksi, jolloin se muuttuu kokonaan mustaksi
- Seuraavaksi lisätään IM 151 High Feature -perusyksikkö
- Catalogista selataan "Profibus DP" → "ET 200S" → "IM 151-1 HF". Katalogissa on useita IM 151-1 HF -yksiköitä. Oikea malli on valittava tuotenumeron perustella (6ES7 151-1BA00-0AB0)
- Tuplaklikataan yksikköä, jolloin "Properties"-ikkuna avautuu
- Ikkunan "Parameters"-välilehdeltä asetetaan "Address"-kohtaan laitteen Profibus-osoitteeksi 3
- Suljetaan ikkuna painamalla "Ok"

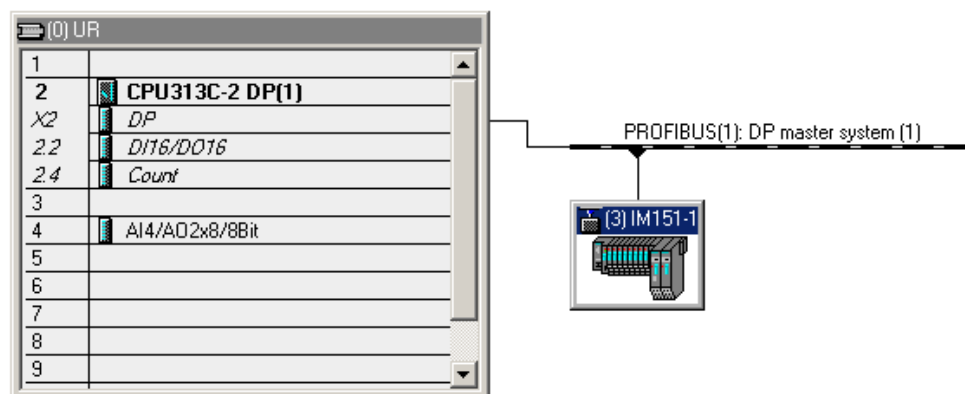


Kuvio 20. Hajautusaseman lisääminen.

Asema näkyy nyt kenttäväylässä. Seuraavaksi lisätään hajautusasemaan liitetyt laajennusmoduulit. Jälleen on tärkeää tietää kaikkien käytössä olevien komponenttien tuotenumerot.

- Hiiren vasemmalla painikkeella valitaan lisätty asema aktiiviseksi
- ”HW config” -ikkunan alalaidasta valitaan aktiiviseksi ensimmäinen tyhjä rivi
- Moduulit lisätään riveille tuplaklikkaamalla niitä katalogista

Konfiguroinnin tulisi nyt näyttää kuvan 21 mukaiselta.



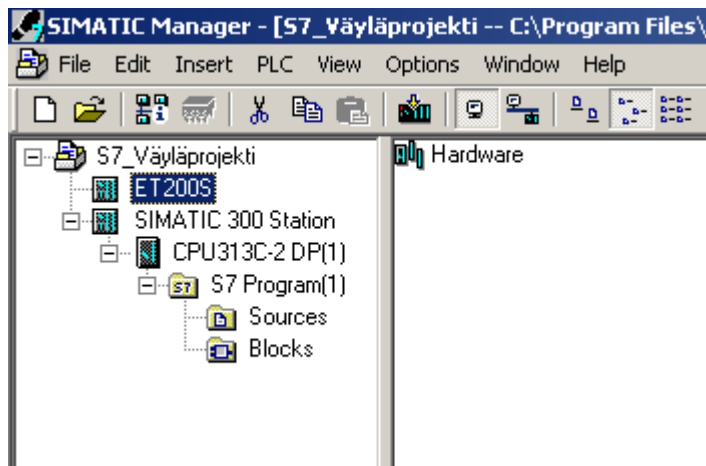
Slot	Module	Order Number	I Address	Q Address	Diagnostic address	Comment
1	PM-E DC24V	6ES7 138-4CA00-0AA0				
2	2AI U HF	6ES7 134-4LB00-0AB0	264...267			
3	2AO U HF	6ES7 135-4LB01-0AB0		260...263		
4	4DI DC24V HF	6ES7 131-4BD00-0AB0	0.0...0.3			
5	4DO DC24V/0.5A ST	6ES7 132-4BD00-0AA0		0.0...0.3		
6	Siwarex CS	7MH4 910-0AA01	268...275	268...275		
7						

Kuvio 21. Laajennusyksiköiden lisääminen hajautusasemaan.

3.5.4 IM 151-7 CPU

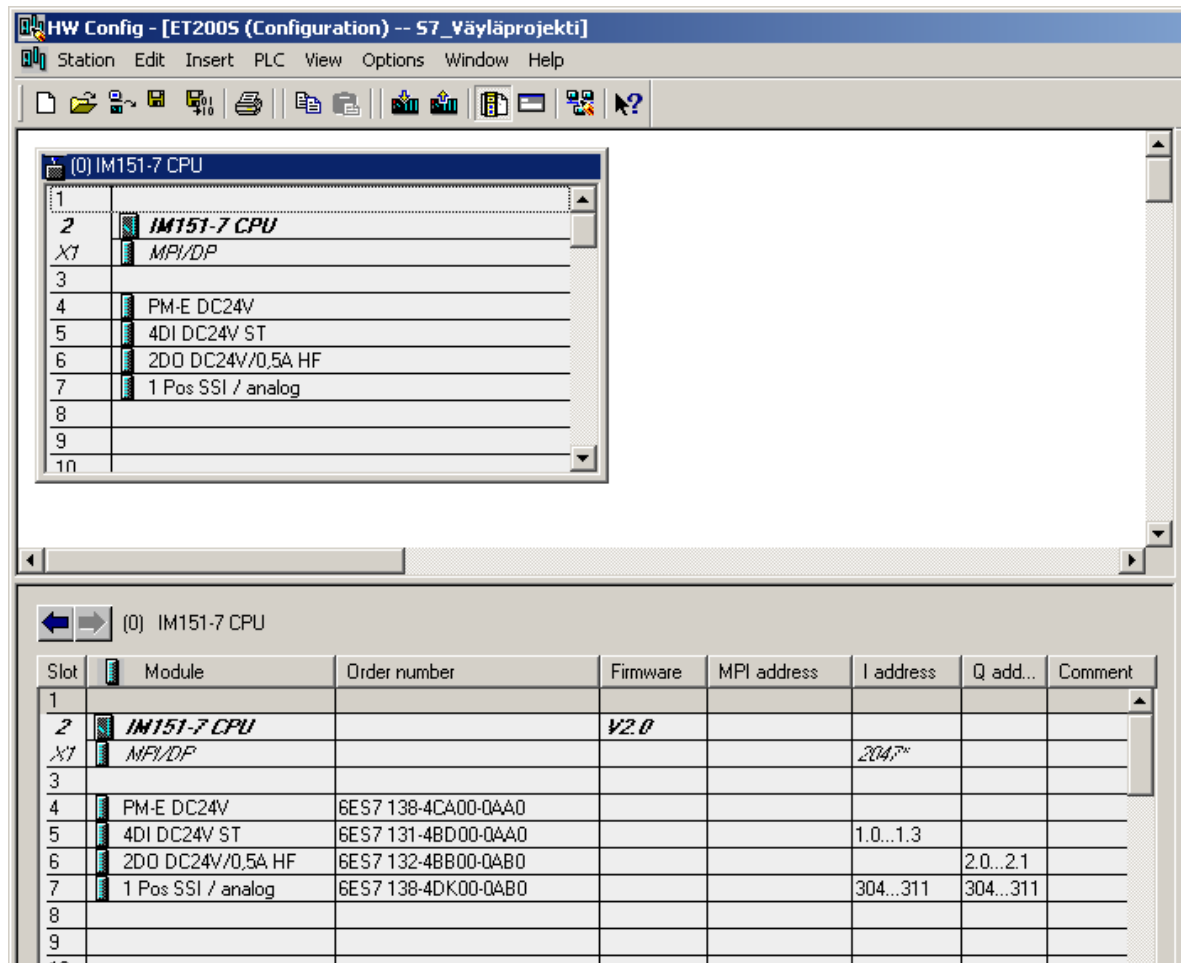
Seuraavaksi lisätään konfiguraatioon ET 200S -hajautusasema IM151-7 -keskussyksiköllä. Tätä asemaa ei voida liittää suoraan väylään, vaan se on ensin konfiguroitava SIMATIC 300 -asemaksi.

- Suljetaan "HW config" ja palataan SIMATIC-managerin aloitusnäyttöön
- Valitaan "S7_Väyläprojekti" aktiiviseksi hiiren oikealla painikkeella
- Ylävalikosta valitaan "Insert" → "Station" → "SIMATIC 300 Station"
- Nimetään luotu asema uudelleen esim. "ET200S"



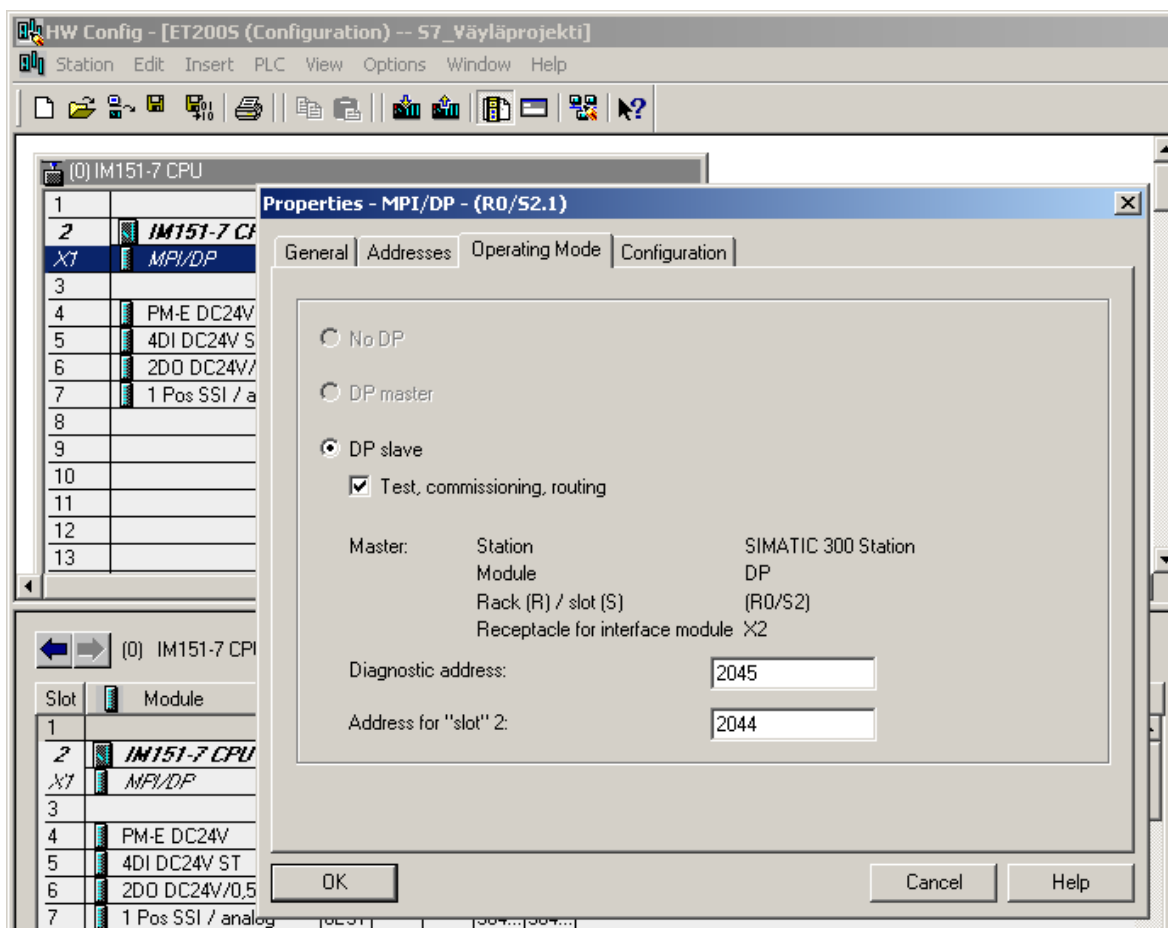
Kuvio 22. Uuden aseman luonti.

- Tuplaklikataan "Hardware"-ikonia jolloin "HW config" avautuu
- Selataan katalogista "PROFIBUS DP" → "ET 200S" → "IM 151-7 CPU"
- Ikkunaan ilmestyy nyt "(0) IM151-7 CPU"
- Kytkeytyt laajennusmoduulit lisätään asemaan aloittaen ensimmäiseltä vapaalta riviltä



Kuvio 23. IM151-7-konfigurointi.

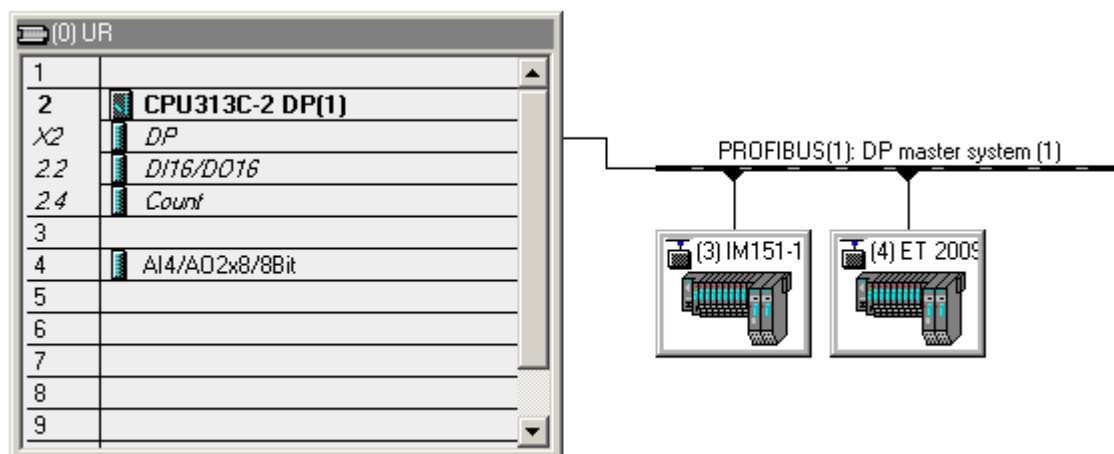
- Seuraavaksi klikataan "MPI/DP"-riviä hiiren oikealla painikkeella ja avataan "Properties"-ikkuna
- "General"-välilehden "Interface"-kohdasta asetetaan Profibus-osoitteeksi 4
- Varmistetaan että "Operation Mode"-välilehdellä on valittuna "DP slave"
- "Configuration"-välilehdellä asetetaan master- ja slave-laitteiden väliseen tiedonsiirtoon käytettävät muistiosoitteet
- "Properties"-ikkuna voidaan nyt sulkea painamalla "Ok"



Kuvio 24. IM151-7 Operating Mode.

IM151-7 CPU on nyt konfiguroitu ja asema voidaan liittää Profibus-väylään.

- Suljetaan ET200S HW config
- Aloitusnäytöltä avataan jälleen ”SIMATIC 300 Station” ja ”Hardware”
- Valitaan ”PROFIBUS(1): DP master system(1)” aktiiviseksi
- Selataan katalogista ”Profibus DP” → ”Configured Stations” → ”ET 200S / CPU” ja tuplaklikataan
- ”DP slave properties” -ikkuna avautuu
- ”Configured Slave Controllers”-kehikosta valitaan ”IM151-7 CPU” ja painetaan ”Connect”
- Hyväksytään asetukset painamalla ”Ok”
- ”ET 200S” -asema näkyy nyt väylässä



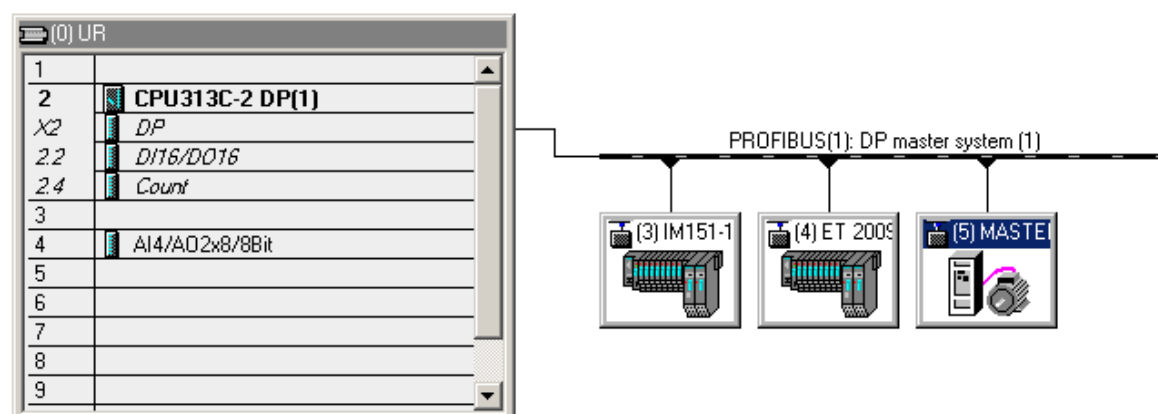
Kuvio 25. Hajautusasemat väylässä.

3.5.5 MASTERDRIVES MC

Seuraavaksi liitetään väyläkonfiguraatioon taajuusmuuttaja.

- Valitaan väylä aktiiviseksi
- Selataan katalogista "PROFIBUS DP" → "SIMOVERT" → "MASTERDRIVES CB1"
- "Properties"-ikkuna avautuu
- Asetetaan "Address"-kohtaan 5 ja painetaan "Ok"

Taajuusmuuttaja ilmestyy nyt kenttäväylään.



Kuvio 26. MASTERDRIVES CB1.

- Valitaan äsken luotu "MASTERDRIVES CB1" aktiiviseksi
- Tuplaklikataan katalogista "MASTERDRIVES CB1"-valikon alta "PPO 2: 4PKW / 4 + 2 PZD" -moduulia
- Taajuusmuuttajan käyttämät muistialueet avautuvat nyt "HW Config"-ikkunan tyhjille riveille

[5] MASTERDRIVES CB1						
Slot	DP ID	...	Order Number / Designation	I Address	Q Address	Comment
1	4AX		PPO 2: 4 PKW / 4 + 2 PZD	276...283	276...283	
2	4AX		-> PPO 2: 4 PKW / 4 + 2 PZD	284...291	284...291	
3	4AX		-> PPO 2: 4 PKW / 4 + 2 PZD	292...299	292...299	
4						

Kuvio 27. PPO 2.

4 YHTEENVETO

Työssä perehdyttiin kenttäväylätekniikkaan sekä erityisesti Profibus-väylään. Aihe oli mielenkiintoinen ja siitä on varmasti hyötyä myös tulevaisuudessa. Työ tuntui sopivan haastavalta ja varsinkin konfigurointivaiheen aikana ilmenneiden ongelmien ratkaiseminen vei aikaa. Kaikkia laitteita ei heti saatu kommunikoimaan keskenään, mutta ongelmat olisi mahdollista ratkaista päivittämällä hajautusasemiin uudemmat firmware-versiot. Opinnäytetyö tehtiin varsin lyhyessä ajassa, joten varsinaista testiohjelmia ei ehditty tehdä. Työtä olisi helppo laajentaa edelleen lisäämällä laitteistoon eri toimilaitteita sekä tekemällä testiohjelmisto.

Opinnäytetyön tavoitteisiin päästiin kuitenkin hyvin. Työn tuloksena syntyi kirjallinen ohje Profibus-väylän konfiguroinnista.

LÄHTEET

- ABB 2004. Fieldbus Jargon buster. [verkkojulkaisu]. ABB. [viitattu 13.3.2013].
 Saatavana:
[http://www04.abb.com/global/seitp/seitp202.nsf/0/e64fd311ca3a30dac1256f2e0052f1d5/\\$file/ABB+Fieldbus+Jargon+Buster.pdf](http://www04.abb.com/global/seitp/seitp202.nsf/0/e64fd311ca3a30dac1256f2e0052f1d5/$file/ABB+Fieldbus+Jargon+Buster.pdf)
- ABB. 2000. Teknisiä tietoja ja taulukoita-käsikirja [verkkojulkaisu]. Saatavana:
www.abb.fi
- Granlund, K. 2003. Tietoliikenne. Jyväskylä: Dodeco Finland Oy.
- OSI-malli. Ei päiväystä. [verkkosivu]. Oulun seudun ammattikorkeakoulu. [viitattu 18.3.2013]. Saatavana:
http://www.ratol.fi/opensource/lahiverkot/fin/yleista/osi_malli.htm
- Oulun yliopisto. 2007. Johtokyvyn mittaust ja säätö [verkkojulkaisu]. Oulun yliopisto. [viitattu 13.3.2013] Saatavana:
<http://cc.oulu.fi/~posyswww/opiskelu/sytelabrat/tyo6.pdf>
- Overview fieldbus systems. Ei päiväystä. Beckhoff. [verkkosivu]. [viitattu 14.3.2013] Saatavana:
http://www.beckhoff.com/english/fieldbus_components/system_overview.htm?id=23569144486
- Profibus 2013. PROFIBUS System Description – Technology and Application.[verkkojulkaisu]. PROFIBUS Nutzerorganisation. [viitattu 20.3.2013]. Saatavana: <http://www.profibus.com/nc/downloads/downloads/profibus-technology-and-application-system-description/display/>
- Profibus International. Ei päiväystä. [verkkosivu]. [viitattu 19.3.2013]. Saatavana:
<http://www.profibus.com/technology/profibus/>
- Pyyskänen, S. 2007. Teollisuuden Laiteverkot - Johdatus Väylätekniikkaan. Helsinki: Suomen automaatioseura ry.
- Real time automation. Ei päiväystä. [verkkosivu]. [viitattu 21.3.2013]. Saatavana:
<http://www.rtaautomation.com/profibus/>
- Seppälä, J. 2009. Prosessiautomaation Kenttäväylät. [verkkojulkaisu]. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto. [viitattu 18.3.2013] Saatavana:
http://www.ac.tut.fi/aci/courses/ACI-20010/jarin_kenttavaylat.pdf
- Siemens. 2008. Profibus – The perfect fit for the process industry. [verkkojulkaisu]. Siemens. [viitattu 18.3.2013]. Saatavana:

http://www.automation.siemens.com/w2/efiles/pcs7/pdf/76/prdbrief/kb_profibus_en.pdf